



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

1304/52111

REC'D 19 OCT 2004

WIPO PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03104003.3

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Anmeldung Nr:
Application no.: 03104003.3
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 29.10.03
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards
GmbH
Steindamm 94
20099 Hamburg
ALLEMAGNE
Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Vorrichtung und Verfahren zur Anpassung von Aufnahmeparametern einer
Röntgenapparatur

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

A61B6/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT RO SE SI SK TR LI

BESCHREIBUNG

Vorrichtung und Verfahren zur Anpassung von Aufnahmeparametern einer Röntgenapparatur

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Anpassung von Aufnahmeparametern wie insbesondere der Röntgendosis, des Röhrenstroms, der Röhrenspannung, der Pulslänge und der Filtereinstellungen einer Röntgenapparatur zur Minimierung der Strahlenbelastung für einen Patienten.

Eine Vielzahl von diagnostischen und therapeutischen Eingriffen in der Medizin wird heutzutage unter röntgenfluoroskopischer Beobachtung durchgeführt. Um hierbei die Strahlenbelastung für den Patienten und das Personal zu minimieren, wird versucht, mit möglichst geringen Strahlendosen eine ausreichende Bildqualität zu erzielen. In diesem Zusammenhang werden herstellerseitig in den Röntgengeräten sogenannte APR-Einstellungen (APR: Anatomical Programmed Radiography) hinterlegt, welche für verschiedene Aufnahmeszenarien (Körperregion/Organ, klinische Fragestellung etc.) vordefinierte Werte der Aufnahmeparameter enthalten. Zu den Werten gehören dabei auch Parameter der Echtzeit-Dosiskontrolle, bei der die Dosis im Wesentlichen so gesteuert wird, dass die mittlere Helligkeit in einem vordefinierten Feld auf dem Detektor oder Bildverstärker (z.B. einem Kreis in der Mitte des Detektors) einen vordefinierten Wert hat. Der Nutzer hat in der Regel keine Möglichkeit, die APR-Einstellungen einer konkreten Situation besser anzupassen. Eine solche Anpassbarkeit wäre jedoch wünschenswert, da die vorgegebenen Aufnahmeparameter in bestimmten Situationen suboptimal sein können, zum Beispiel wenn das ihnen zugrundeliegende Absorptionsmodell unter den aktuellen klinischen Bedingungen unzutreffend ist. Ein typisches Beispiel für eine solche Situation ist ein Katheter großen Durchmessers, welcher in elektrophysiologischen Untersuchungen verwendet wird. Ein solcher Katheter hebt sich gut von seinem Hintergrund ab, so dass die mit Standardparametern erzeugten Röntgenaufnahmen typischerweise eine höhere Röntgendosis als nötig anwenden.

Zur Anpassung von Aufnahmeparametern einer Röntgenapparatur ist es aus der JP-11299765 bekannt, für eine vorgegebene maximale Röntgendosis Aufnahmeparameter so zu berechnen, dass das Kontrast-Rausch-Verhältnis von einem interessierenden Objekt maximiert wird.

5

Vor diesem Hintergrund war es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Mittel zur Anpassung von Aufnahmeparametern einer Röntgenapparatur bereitzustellen, die eine Minimierung der Strahlenbelastung ermöglichen.

- 10 Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

- Die erfindungsgemäße Vorrichtung dient der Anpassung von Aufnahmeparametern einer Röntgenapparatur und enthält die folgenden Komponenten:
- 15

- Eine Benutzerschnittstelle, über welche ein Benutzer anhand einer mit der Röntgenapparatur erzeugten Voraufnahme eine interessierende Bildregion wie beispielsweise ein Objekt (z.B. einen Gefäßabschnitt und/oder einen Katheter) sowie ein für diese Bildregion gewünschtes Sichtbarkeitskriterium vorgeben kann. Vorzugsweise wird das Sichtbarkeitskriterium aus der selektierten Bildregion und ihrer Umgebung berechnet. Die Benutzerschnittstelle enthält typischerweise einen Monitor zur Darstellung der Voraufnahme sowie Eingabemittel wie eine Tastatur und/oder Maus.
- Eine mit der Benutzerschnittstelle sowie der Röntgenapparatur gekoppelte Datenverarbeitungseinrichtung. Die Datenverarbeitungseinrichtung ist dabei zum Beispiel durch entsprechende Programme dazu eingerichtet, die folgenden Schritte auszuführen:

25
30

a) Berechnung von angepassten Aufnahmeparametern der Röntgenapparatur, bei deren Anwendung ein vorgegebenes Sichtbarkeitskriterium für eine vorgegebene Bildregion voraussichtlich erreicht wird. Die vorgegebene Bildregion und das vorgegebene Sichtbarkeitskriterium hierfür können insbesondere von einem Nutzer der Vorrichtung basierend auf einer Voraufnahme über die Benutzerschnittstelle vorgegeben werden.

b) Ansteuerung der Röntgenapparatur auf der Basis der berechneten, angepassten Aufnahmeparameter.

Die beschriebene Vorrichtung erlaubt eine auf eine konkrete Anwendungssituation bezogene Einstellung von Aufnahmeparametern einer Röntgenapparatur, wobei ein gewünschtes Sichtbarkeitskriterium für eine interessierende Bildregion wie beispielsweise einen Katheter als Maßstab verwendet wird. Dem Benutzer werden auf diese Weise Röntgenaufnahmen zur Verfügung gestellt, die seinen Anforderungen hinsichtlich der Sichtbarkeit interessierender Strukturen genügen, wobei die Aufnahmeparameter und damit die Strahlenbelastung automatisch gerade so eingestellt werden, dass das gewünschte Ergebnis erreicht wird. Durch Vorgabe eines möglichst niedrigen, jedoch gleichzeitig ausreichenden Sichtbarkeitskriteriums und durch Beschränkung auf eine relevante Bildregion bzw. ein Objekt kann der Benutzer somit insbesondere erreichen, dass die Aufnahmen mit genau der minimal erforderlichen Dosis erzeugt werden. Es werden sowohl Aufnahmen mit einer höheren Dosis, die eine nicht erforderliche hohe Sichtbarkeit interessierender Strukturen erzeugen, als auch Aufnahmen mit zu niedriger Dosis, die gegebenenfalls wiederholt werden müssten, vermieden.

Die Datenverarbeitungseinrichtung kann insbesondere dazu eingerichtet sein, in einer Voraufnahme den aktuellen Wert des Sichtbarkeitskriteriums für eine vorgegebene Bildregion zu ermitteln. Ein solcher Schritt kann insbesondere im Rahmen der Berechnung von angepassten Aufnahmeparametern ausgeführt werden, so dass hierfür ein aktueller und ein gewünschter Wert des Sichtbarkeitskriteriums zur Verfügung stehen. Je nach den konkret gewählten Definitionen des Sichtbarkeitskriteriums sowie der

Aufnahmeparameter kann aus dem Verhältnis der beiden Größen oft unmittelbar auf die angepassten Aufnahmeparameter geschlossen werden.

Als anzupassende Aufnahmeparameter der Röntgenapparatur kommen insbesondere
5 solche in Betracht, welche die Röntgendosis pro Aufnahme, die Intensität der Röntgenstrahlung während einer Aufnahme und/oder die Qualität der Röntgenstrahlung während einer Aufnahme beeinflussen. Dabei ist die Röntgendosis in der Regel die grundlegende Größe, von deren Vorgabe die Werte der Intensität bzw. Strahlqualität abhängen. Ferner wird die Intensität der Röntgenstrahlung typischerweise durch den
10 Röhrenstrom der Röntgenstrahlenquelle bestimmt, während die Qualität der Röntgenstrahlung durch die Röhrenspannung und/oder die Einstellungswerte von Filterelementen der Röntgenstrahlenquelle determiniert wird.

Für die Definition von Sichtbarkeitskriterien, die auf eine vorgegebene Bildregion bzw.
15 ein Objekt und/oder die Umgebung hiervon bezogen sind, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Vorzugsweise kann als Sichtbarkeitskriterium das Kontrast-Rausch-Verhältnis (CNR: contrast-to-noise ratio) der interessierenden Bildregion verwendet werden. Dieses ist definiert als der Quotient von dem Kontrast der Bildregion und dem Rauschen in einem vorgegebenen relevanten Bereich des Bildes. Der "Kontrast der
20 Bildregion" kann dabei zum Beispiel als Differenz zwischen dem (mittleren) Grauwert der Bildregion (oder dem mittleren Grauwert des Randes der Bildregion) und dem (mittleren) Grauwert einer (näheren) Umgebung der Bildregion definiert werden. Eine Verwendung mittlerer Grauwerte bietet sich an, da bei Röntgenbildern der Bildhintergrund nicht homogen ist und teilweise stark variiert. Weiterhin erstreckt sich der
25 relevante Bereich des Bildes, in dem das Rauschen ermittelt wird, vorzugsweise auf die Bildregion und eine Umgebung hiervon. Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass das Bildrauschen in einem Röntgenbild üblicherweise nicht konstant ist, sondern lokal variiert. Gegebenenfalls kann das Bildrauschen jedoch auch global für das gesamte Bild ermittelt und zugrunde gelegt werden. Das Rauschen wird typischerweise durch seine
30 zugehörige Grauwert-Schwankungsbreite in dem relevanten Bereich quantifiziert.

Die Vorgabe einer interessierenden Bildregion kann durch einen Benutzer erfolgen, indem dieser mit entsprechenden Eingabemitteln z.B. den interessierenden Bereich komplett eingrenzt oder Eckpunkte für vorgegebene Ausschnittgeometrien (rechteckiges Fenster etc.) vorgibt. Vorzugsweise ist jedoch die Datenverarbeitungseinrichtung dazu
5 eingerichtet, den Benutzer in einem semi-automatischen Verfahren zu unterstützen, indem sie anhand mindestens eines über die Benutzerschnittstelle vorgegebenen Bildpunktes auf einer Voraufnahme eine interessierende Bildregion segmentiert. Beispielsweise könnte der Benutzer die Endpunkte eines Katheterabschnittes vorgeben, und die Datenverarbeitungseinrichtung das zwischen diesen Punkten gelegene Stück des
10 Katheters automatisch segmentieren.

Gemäß einer anderen Weiterbildung der Vorrichtung ist die Datenverarbeitungseinrichtung dazu eingerichtet, bei der Berechnung von angepassten Aufnahmeparametern den Einfluss von Bildnachbearbeitungsprozeduren zu berücksichtigen. Eine typische
15 Bildnachbearbeitungsprozedur ist die Rauschfilterung zur Reduzierung des Bildrauschens. Wenn daher beispielsweise als Sichtbarkeitskriterium das Kontrast-Rausch-Verhältnis zugrundegelegt wird, ist es sinnvoll, dass die Datenverarbeitungseinrichtung nicht von den Rauschwerten im ursprünglichen Bild ausgeht, sondern von den Rauschwerten nach einer entsprechenden Rauschfilterung.

20 Die Vorrichtung enthält des Weiteren vorzugsweise ein Regelungsmodul für eine rückgekoppelte Regelung von Aufnahmeparametern der Röntgenapparatur während einer Röntgenaufnahme. Die von der Vorrichtung berechneten angepassten Aufnahmeparameter können dabei grundlegende Zielwerte wie z.B. die Röntgendosis pro Aufnahme
25 darstellen, wobei "dynamische" Aufnahmeparameter wie z.B. der Röhrenstrom oder die Röhrenspannung während einer Aufnahme einer ständigen rückgekoppelten Überwachung unterliegen. Darüber hinaus können die von der Vorrichtung berechneten Aufnahmeparameter auch Startwerte für rückgekoppelt geregelte Größen umfassen. Insbesondere kann das Regelungsmodul eine Bildhelligkeitskontrolle enthalten, um bei
30 Erreichen einer vorgegebenen Schwelle für die Bildhelligkeit die Röntgenaufnahme zu beenden.

Gemäß einer anderen Weiterbildung enthält die Vorrichtung Mittel zur Erfassung von Änderungen der Abbildungsgeometrie. Solche Änderungen können beispielsweise durch eine Verschiebung des Patiententisches oder durch ein Verschwenken der Röntgenapparatur entstehen. Mit der Abbildungsgeometrie ändert sich auch die Wirkung zuvor berechneter Aufnahmeparameter, so dass die Datenverarbeitungseinrichtung vorzugsweise so ausgestaltet wird, dass sie diese Aufnahmeparameter bei einer festgestellten Änderung der Abbildungsgeometrie derart anpasst, dass das vorgegebene Sichtbarkeitskriterium (voraussichtlich) auch unter der neuen Abbildungsgeometrie erreicht wird. Für eine solche Anpassung kann die Datenverarbeitungseinrichtung beispielsweise die Ermittlung und Berücksichtigung der Patientendicke vornehmen.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Anpassung von Aufnahmeparametern einer Röntgenapparatur, welches die folgenden Schritte enthält:

- a) Erzeugung einer Voraufnahme mit Ausgangswerten der Aufnahmeparameter;
- b) interaktive Festlegung einer interessierenden Bildregion und eines hierfür gewünschten Sichtbarkeitskriteriums;
- c) Berechnung von angepassten Aufnahmeparametern der Röntgenapparatur, bei deren Anwendung das vorgegebene Sichtbarkeitskriterium für die vorgegebene Bildregion voraussichtlich erreicht wird;
- d) Ansteuerung der Röntgenapparatur auf der Basis der berechneten, angepassten Aufnahmeparameter.

Das Verfahren implementiert in allgemeiner Form die mit einer Vorrichtung der oben beschriebenen Art ausführbare Schritte. Für eine detaillierte Erläuterung der Einzelheiten, Vorteile und Weiterbildungen des Verfahrens wird daher auf die obige Beschreibung verwiesen.

Im Folgenden wird die Erfindung mit Hilfe der beigefügten Figur beispielhaft erläutert. Die einzige Figur zeigt schematisch die Komponenten einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Anpassung von Aufnahmeparametern einer Röntgenapparatur.

- 5 Im linken Teil der Figur ist schematisch eine Röntgenapparatur 1 bestehend aus einem C-Arm mit einer Röntgenstrahlenquelle 2 und einem Röntgendetektor 4 dargestellt. Mit Hilfe der Röntgenapparatur 1 können von einem Patienten 3 Röntgenprojektionsaufnahmen erzeugt werden, welche an ein Bilderfassungsmodul 9 in einer angeschlossenen Datenverarbeitungseinrichtung 5 (Workstation) weitergeleitet werden. Die Daten-
- 10 verarbeitungseinrichtung 5 enthält weiterhin ein Generator-Regelmodul 7, welches ausgangsseitig mit der Röntgenstrahlenquelle 2 verbunden ist, um dort Aufnahmeparameter wie insbesondere den Röntgenröhrenstrom I, die Röhrenspannung V sowie die Pulslänge L der Röntgenimpulse zu kontrollieren. Das Generator-Regelmodul 7 steht ferner mit dem Bilderfassungsmodul 9 in Verbindung, um zum Beispiel während einer
- 15 Röntgenaufnahme eine rückgekoppelte Bildhelligkeitssteuerung vorzunehmen. Die Datenverarbeitungseinrichtung 5 ist weiterhin mit einer Benutzerschnittstelle 6 gekoppelt, welche einen Monitor 6a, eine Tastatur 6b und eine Maus 6c enthält. Auf dem Monitor 6a kann eine mit der Röntgenapparatur 1 erzeugte Aufnahme dargestellt werden.
- 20 Falls der Benutzer eine Reduzierung der Röntgendosis und/oder eine Verbesserung der Bildqualität wünscht, kann er auf der Datenverarbeitungseinrichtung 5 ein entsprechendes Anpassungsverfahren aktivieren. Im Rahmen dieses Verfahrens wird zunächst eine aktuelle, mit der Röntgenapparatur 1 erzeugte Voraufnahme auf dem
- 25 Monitor 6a dargestellt. Für die Erzeugung der Voraufnahme wird z.B. eine vorgegebene APR-Einstellung verwendet, die zuvor vom Anwender entsprechend der zugrundeliegenden klinischen Situation ausgewählt wurde und durch die eine Vielzahl von Regelungsparametern auf Standardeinstellungen gesetzt wird. Der Benutzer wird dann aufgefordert, eine bestimmte interessierende Region ROI bzw. ein interessierendes
- 30 Objekt (ein anatomisches Detail oder eine bestimmte medizinische Vorrichtung wie etwa einen Katheter) auf der Abbildung anzuzeigen sowie einen gewünschten Wert für

- ein Sichtbarkeitskriterium dieser Region ROI vorzugeben. Durch den interaktiven Eingriff des Benutzers ist eine sichere Identifizierung einer interessierenden Region ROI zum Beispiel auch dann möglich, wenn das interessierende Objekt an sich wenige Charakteristika aufweist oder mehrdeutig ist, beispielsweise im Falle mehrerer im Sichtbereich befindlicher medizinischer Instrumente mit unterschiedlichen Anforderungen hinsichtlich der Bildqualität. Die interessierende Region ROI kann selbstverständlich auch unzusammenhängend sein bzw. mehrere Einzelobjekte umfassen, z.B. ein anatomisches Objekt wie das linke Ventrikel und einen Katheter.
- 10 Für die Indizierung eines interessierenden Objektes ROI durch einen Benutzer stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Zum Beispiel kann der Benutzer den Anfangspunkt A und den Endpunkt B eines interessierenden Objektes ROI vorgeben. Die Datenverarbeitungseinrichtung 5 kann dann unter Verwendung entsprechender Segmentierungsalgorithmen die gegebenen Punkte A, B zu einer detaillierteren Objektdefinition erweitern.

- Des Weiteren muss wie bereits erwähnt vom Benutzer ein gewünschter Referenzwert für ein Sichtbarkeitskriterium des Objektes vorgegeben werden. Ein geeignetes Sichtbarkeitskriterium ist in diesem Zusammenhang das Kontrast-Rausch-Verhältnis CNR, da es das Bildrauschen mit dem Kontrast zwischen dem Objekt und seinem Bildhintergrund in Beziehung setzt. Insbesondere kann dabei der (gemittelte) Kontrast des Objektes bezüglich einer Umgebung um das Objekt herum in Beziehung zum mittleren Rauschen in einer Umgebung des Objektes gesetzt werden. Der Benutzer kann entweder einen bestimmten minimalen Referenzwert CNR_{ref} für das Kontrast-Rausch-Verhältnis vorgeben, oder es kann vom System ein Standardwert hierfür verwendet werden, welcher beispielsweise in den APR-Einstellungen vordefiniert ist.

- Mit Kenntnis der interessierenden Bildregion ROI sowie des Referenzwertes CNR_{ref} kann die Datenverarbeitungseinrichtung 5 sodann optimale Aufnahmeparameter für die gegebene Anwendung, den konkreten Patienten und die interessierende Bildregion ROI bestimmen. Zu diesem Zweck wird zunächst in einem Modul 10 der Datenverarbeitungseinrichtung für die aktuelle Voraufnahme der Kontrast zwischen dem interessie-

renden Objekt ROI und seiner Umgebung gemessen sowie das Bildrauschen bestimmt. Aus diesen Werten kann dann der aktuelle Wert CNR_m des Kontrast-Rausch-Verhältnisses berechnet werden. In einem weiteren Modul 8 der Datenverarbeitungseinrichtung 5 erfolgt anschließend ein Vergleich zwischen dem gemessenen Kontrast-Rausch-Verhältnis CNR_m und dem gewünschtem Wert CNR_{ref} . Falls der gemessene Werte CNR_m kleiner als der gewünschte Wert CNR_{ref} ist, das heißt die Sichtbarkeit des interessierenden Objektes ROI zu gering ist, müssen die Aufnahmeparameter der Röntgenapparatur 1 so geändert werden, dass in den folgenden Bildaufnahmen eine höhere Röntgendosis angewendet wird. Ist dagegen der gemessene Wert CNR_m größer als der Referenzwert 10 CNR_{ref} , das heißt die interessierende Region ROI besser als erforderlich abgebildet, kann die Röntgendosis um einen entsprechenden Betrag verringert werden. Typischerweise wird zur Durchführung der beschriebenen Parameteranpassungen das Verhältnis zwischen gemessenem und gewünschtem Kontrast-Rausch-Verhältnis, $CNR_m : CNR_{ref}$ berechnet. Unter Berücksichtigung von technisch und rechtlich vorgegebenen Grenzwerten 15 können dann die Basisvorgaben für die Röntgenaufnahmen, beispielsweise der Wert Q_0 der gewünschten Dosis pro Aufnahme, entsprechend dem berechnetem Verhältnis angepasst und dem Generator-Regelmodul 7 bereitgestellt werden. Des Weiteren kann das Modul 8 auch Kommandos f an den Kollimator der Röntgenstrahlenquelle 2 abgeben, um so die Einstellung von Filterelementen zu kontrollieren.

20 Während der Erzeugung einer nachfolgenden Röntgenaufnahme werden dynamische Aufnahmeparameter wie beispielsweise der Röhrenstrom I und die Röhrenspannung V mit einer helligkeitsbasierten Dosiskontrolle geregelt, wobei der angepasste Aufnahmeparameter Q_0 berücksichtigt wird, um das interessierende Objekt ROI mit einer 25 optimalen Röntgendosis abzubilden.

Die Röntgendosis Q kann im Allgemeinen durch zwei Parameter beeinflusst werden:

- die Strahlintensität, die durch den Röhrenstrom I bestimmt wird; und
- 30 - die Strahlqualität, die durch das Ausmaß der Strahlfilterung und durch die Röhrenspannung bestimmt wird.

Gemäß einer speziellen Ausgestaltung des Verfahrens wird nur die Strahlintensität entsprechend den klinischen Bedingungen angepasst. Das heißt, dass die Anzahl der den Patienten durchstrahlenden Röntgenphotonen linear in Bezug auf das Verhältnis
5 zwischen dem gewünschten und dem gemessenem Kontrast-Rausch-Verhältnis, $CNR_{ref} : CNR_m$, erhöht wird.

Bei einer anderen Ausgestaltung des Verfahrens wird nicht nur der Röhrenstrom I , sondern auch die Strahlqualität moduliert, um das gewünschte Kontrast-Rausch-Ver-
10 hältnis zwischen dem interessierenden Objekt ROI und seiner Umgebung zu erreichen. Dabei müssen verschiedene Kompromisse zwischen unterschiedlichen, teilweise widersprechenden Anforderungen gefunden werden, um die optimalen Abbildungsbedingungen zu finden, z.B.:

- 15 - Patientendicke vs. Bildqualität (CNR) vs. kVp (peak tube voltage),
- Patientendicke vs. Patientenbestrahlung vs. kVp.

Zur Verbesserung der mit dem Verfahren erhaltenden Ergebnisse kann bei der Berechnung der neuen Dosiseinstellungen Q_0 in Modul 8 die Rauschfilterung während einer
20 Nachverarbeitung von Röntgenaufnahmen berücksichtigt werden. Durch eine Verminderung der Dosis nimmt der Rauschanteil in einem Bildsignal zu. Durch Bildverarbeitungsmethoden kann jedoch das Rauschen teilweise eliminiert und die Bildqualität hiermit verbessert werden. Aus diesem Grunde ist es von Vorteil, wenn die Aufnahme-
25 parameter unter Berücksichtigung der Rauschfilterung bestimmt werden.

Das Verfahren kann ferner so weitergebildet werden, dass die berechneten Aufnahmeparameter wie z.B. die Dosisvorgabe Q_0 an Änderungen der Aufnahmewinkel und der Systemgeometrie angepasst werden. So kann während der Röntgenaufnahmen
30 beispielsweise der Arzt den Patiententisch verschieben oder die Position des C-Armes der Röntgenapparatur 1 verändern, um eine andere Perspektive der Patientenanatomie darzustellen. Zur Behandlung derartiger Vorgänge kann die Patientendicke aus der

- Voraufnahme, die zur Bestimmung des gemessenen Kontrast-Rausch-Verhältnisses CNR_m verwendet wurde, ermittelt werden. Nach Änderungen der Systemgeometrie müssen dann die Patientendicke und der Quotient zwischen dem tatsächlichen Kontrast-Rausch-Verhältnis CNR_m und dem gewünschten Wert CNR_{ref} neu berechnet werden,
- 5 um die Dosisvorgaben Q_0 auf der Basis dieser Berechnungen zu aktualisieren und an das Generator-Regelungsmodul 7 weiterzuleiten. Das System kann auf diese Weise trotz geänderter Geometrie weiterhin bei einer optimalen Balance zwischen der Bildqualität und der angewendeten Strahlendosis arbeiten.
- 10 Mit dem oben beschriebenen Verfahren lassen sich zusammenfassend die folgenden Vorteile erreichen:
- Minimierung der Strahlenbelastung bei gleichzeitiger Gewährleistung einer ausreichenden Sichtbarkeit interessierender Strukturen; diesbezüglich sind
 - 15 Dosisreduktionen um den Faktor 2 möglich;
 - Verbesserung der Sichtbarkeit von Details bei unzureichenden Bedingungen der Bildgebung;
 - keine Notwendigkeit einer Segmentierung eines interessierenden Objektes in Echtzeit (d.h. keine potentielle Quelle für Instabilitäten);
 - 20 - Bekanntheit des interessierenden Objektes auch bei Anwesenheit mehrerer Objekte im Sichtbereich;
 - Gewährleistung einer gegebenen Sichtbarkeit selbst bei Lage des interessierenden Objektes außerhalb des Sichtbereiches;
 - Robustheit gegenüber Änderungen der Systemgeometrie, da das zugrundeliegende Sichtbarkeitsmodell des interessierenden Objektes in Bezug auf
 - 25 verschiedene Patientendicken extrapoliert werden kann;
 - geringe Änderungen an bestehenden Systemarchitekturen zur Integration des Verfahrens erforderlich, insbesondere kann die bestehende helligkeitsbasierte Dosisregelung unverändert bleiben;
 - 30 - die Anzahl der zu implementierenden APR-Einstellungen kann vermindert werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Anpassung von Aufnahmeparametern (I , V , L , f , Q_0) einer Röntgen-
apparatur (1), enthaltend

- eine Benutzerschnittstelle (6), über welche ein Benutzer anhand einer
Voraufnahme eine interessierende Bildregion (ROI) und ein hierfür gewünschtes
5 Sichtbarkeitskriterium (CNR_{ref}) vorgeben kann;
- eine Datenverarbeitungseinrichtung (5), welche dazu eingerichtet ist, die
folgenden Schritte auszuführen:
 - a) Berechnung von angepassten Aufnahmeparametern (I , V , L , f , Q_0) der Röntgen-
apparatur (1), bei deren Anwendung das vorgegebene Sichtbarkeits-
10 kriterium (CNR_{ref}) für die vorgegebene Bildregion (ROI) erreicht wird;
 - b) Ansteuerung der Röntgenapparatur (1) auf der Basis der berechneten
angepassten Aufnahmeparameter (I , V , L , f , Q_0).

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

15 dadurch gekennzeichnet,

dass die Datenverarbeitungseinrichtung (5) dazu eingerichtet ist, in einer Voraufnahme
den aktuellen Wert des Sichtbarkeitskriteriums (CNR_m) für eine vorgegebene
Bildregion (ROI) zu ermitteln.

20 3. Vorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Aufnahmeparameter die Dosis (Q_0) pro Aufnahme, die Intensität und/oder die
Qualität der mit der Röntgenapparatur (1) erzeugten Röntgenstrahlung beeinflussen.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Aufnahmeparameter den Röhrenstrom (I), die Röhrenspannung (V), die
5 Pulslänge (L) und/oder die Einstellungswerte (f) von Filterelementen umfassen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Sichtbarkeitskriterium das Kontrast-Rausch-Verhältnis der interessierenden
10 Bildregion (ROI) ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Datenverarbeitungseinrichtung (5) dazu eingerichtet ist, anhand von
15 mindestens einem über die Benutzerschnittstelle (6) vorgegebenen Bildpunkt (A, B) auf
einer Voraufnahme eine interessierende Bildregion (ROI) zu segmentieren.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die Datenverarbeitungseinrichtung (5) dazu eingerichtet ist, bei der Berechnung
von angepassten Aufnahmeparametern (I, V, L, f, Q_0) den Einfluss von Bildnach-
bearbeitungsprozeduren, insbesondere von einer Rauschfilterung, zu berücksichtigen.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1,
25 dadurch gekennzeichnet,
dass sie ein Regelungsmodul (7) für eine rückgekoppelte Regelung von Aufnahmepara-
metern (I, V, L) der Röntgenapparatur (1) während einer Röntgenaufnahme enthält.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass sie Mittel zur Erfassung von Änderungen der Abbildungsgeometrie enthält, und dass die Datenverarbeitungseinrichtung (5) dazu eingerichtet ist, die berechneten

- 5 Aufnahmeparameter (I, V, L, f, Q_0) bei einer Änderung der Abbildungsgeometrie so anzupassen, dass das vorgegebene Sichtbarkeitskriterium (CNR_{ref}) weiterhin erreicht wird.

10. Verfahren zur Anpassung von Aufnahmeparametern (I, V, L, f, Q_0) einer Röntgen-
10 apparatur (1), umfassend die folgenden Schritte:

- a) Erzeugung einer Voraufnahme mit Ausgangswerten der Aufnahmeparameter;
- b) interaktive Festlegung einer interessierenden Bildregion (ROI) und eines hierfür gewünschten Sichtbarkeitskriteriums (CNR_{ref});
- c) Berechnung von angepassten Aufnahmeparametern (I, V, L, f, Q_0) der Röntgen-
15 apparatur (1), bei deren Anwendung das vorgegebene Sichtbarkeitskriterium (CNR_{ref}) für die vorgegebene Bildregion (ROI) erreicht wird;
- d) Ansteuerung der Röntgenapparatur (1) auf der Basis der berechneten, angepassten Aufnahmeparameter (I, V, L, f, Q_0).

ZUSAMMENFASSUNG

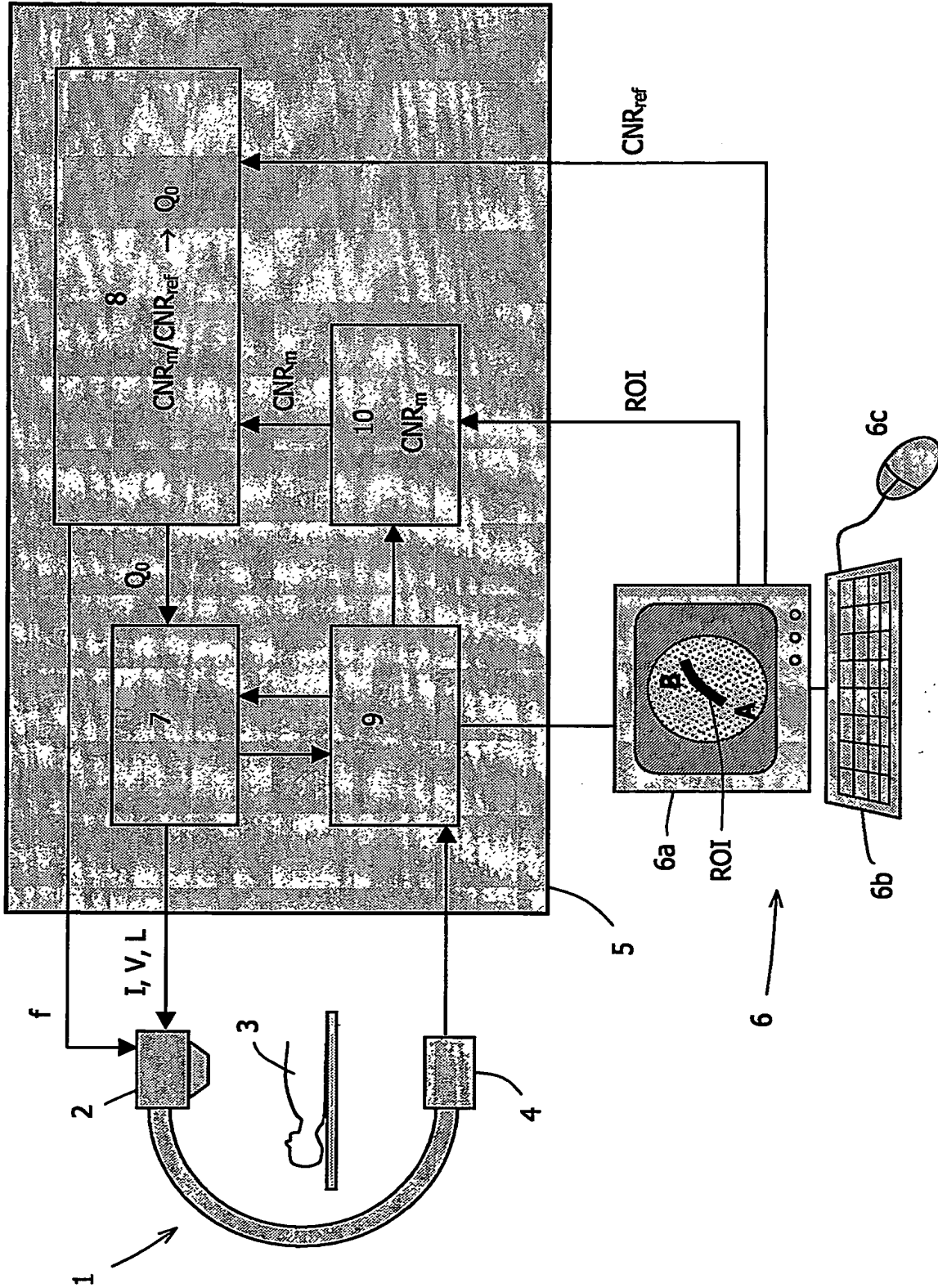
Vorrichtung und Verfahren zur Anpassung von Aufnahmeparametern einer Röntgenapparatur

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Anpassung von Aufnahmeparametern einer Röntgenapparatur (1), bei welchem ein Benutzer auf einer Voraufnahme eine interessierende Region (ROI) sowie einen hierfür gewünschten Wert des Kontrast-Rausch-Verhältnisses (CNR_{ref}) vorgibt. Auf der Basis des aktuellen Kontrast-Rausch-Verhältnisses (CNR_m) werden dann neue Aufnahmeparameter (I, V, L, f, Q_0) für ein Generator-Reglermodul (7) zur Steuerung der Röntgenapparatur (1) während einer Aufnahme berechnet. Durch das Verfahren kann die Röntgendosis auf ein Minimum reduziert werden, während gleichzeitig die gewünschte Sichtbarkeit einer interessierenden Region gewährleistet ist.

Fig. 1

ERROR: undefined
OFFENDING COMMAND:

STACK:



PCT/IB2004/052111

